

Potenciál vláknových cementových kompozitů v architektuře

Ing. arch. Tomáš Velehradský
Školitel: Prof. ing. arch. Jiljí Šindlar Csc.
Ústav interiéru a výstavnictví FA VUT Brno

Vláknové cementové kompozity (FRCC) se řadí do skupiny vysokohodnotných betonů, které se na přelomu tisíciletí staly nástrojem, který díky svým technologickým vlastnostem umožňuje realizaci nejen konstrukcí subtilnějších, ekonomičtějších a estetičtějších, ale zejména, což je dnes v globálním pohledu nejpodstatnější, konstrukcí trvanlivějších a spolehlivějších¹³. Tyto vlastnosti přímo vybízejí k novému pohledu na betonové konstrukce a umožňují posunout vnímání betonu ze současné polohy až do míst, kde dnes převládají konstrukce ocelové.

1. Základní charakteristika vláknových cementových kompozitů

Jedná se o cementové kompozity (betony) vyztužené skleněnými nebo polymerovými vlákny. Polymerová vlákna se nejčastěji používají polypropylenová nebo polyvinylalkoholová. Výzkum kompozitů vyztužených polymerovými vlákny (Engineered Cementitious Composites (ECC)) i nadále probíhá a to zejména v Japonsku, na FSv ČVUT se výzkumem zabývá Doc. Ing. Petr Kabele, PhD. Použitím polymerových vláken v cementovém kompozitu dochází ke zvýšení duktility konstrukce a podobně jako u drátkobetonů lze dosáhnout požadovaného chování kompozitu v tahu a smyku.¹⁴

2. Základní výhody vysokohodnotných betonů obecně:

2.1 Environmentální výhody - snížení spotřeby primárních zdrojů, využití odpadových surovin, snížení množství emisí a odpadů

Vysokohodnotné betony umožňují optimalizovaný návrh subtilních vylehčených průřezů se spotřebou betonu o 40 – 70 % menší než při použití standardního řešení. S tím jsou spojeny i menší dopravní a manipulační nároky.

Ve složení směsi vysokohodnotných betonů se využívá částečné náhrady cementu cementujícími přísadami často pocházejícími z průmyslových odpadů jako je struska, popílek, mikrosilika apod. Tím dochází k úspoře primárních surovinových zdrojů i energie potřebné pro výrobu cementu.

13 FIALA, Ctislav. *Vysokohodnotný beton a jeho využití v progresivních stropních konstrukcích*. Fakulta stavební, ústav stavebních konstrukcí, Thakurova 7. 166 29 Praha 6, Česká republika. Ctislav.fiala@fsv.cvut.cz

14 Tamtéž

Při využití doplňkových cementujících materiálů jako náhrady za energeticky náročný portlandský cement lze snížit hodnoty svázané (embodied) energie a zejména svázaných emisí CO₂, SO_x a NO_x.

Konstrukce z vysokohodnotného betonu mají s ohledem na hutnější strukturu materiálu vysokou trvanlivost a dlouhou životnost a jsou tak z hlediska celého životního cyklu méně energeticky i materiálově náročné (menší nároky na údržbu a rekonstrukce).

Kvalitně provedený povrch nevyžaduje (i s ohledem na menší pórovitost) další interiérové a exteriérové povrchové úpravy.

2.2 Ekonomické úspory – úspory v nákladech na realizaci a v rámci životního cyklu

- Při realizaci subtilních betonových konstrukcí lze dosáhnout redukce nejenom materiálových nákladů, ale především nákladů dopravních a manipulačních.
- Ačkoliv je jednotková cena vysokohodnotných betonů vyšší než u běžného betonu, může při použití menšího množství kvalitnějšího betonu vycházet výsledná cena konstrukce výhodněji. Další úspory jsou spojeny s větší trvanlivostí a životností konstrukce a tím menšími náklady na údržbu, opravy, demolice a novou výstavbu.
- Menší plocha průřezů betonových prvků (tloušťka nosných stěn aj.) se může výrazně projevit v efektivitě výstavby budov v územích s regulovanou zastavěností.
- Vysokohodnotné betony mají zpravidla v porovnání s běžnými druhy betonů větší trvanlivost (úspory v údržbě, opravách) a životnost (úspory související s delším využitím konstrukcí).

2.3 Výhody z hlediska sociálních aspektů

- Kvalitně provedené povrchy stěn, sloupů a podhledů stropů, se snadno udržují, dobře se čistí a mají dlouhou trvanlivost.
- Větší bezpečnost konstrukcí před vznikem požáru, působením větru, působením vody, před vnikem zlodějů a před mimořádnými účinky seismicity, explozí a teroristických útoků.¹⁵

15 HÁJEK, Petr - FIALA, Ctislav - KYNČLOVÁ, Magdaléna. Konstrukce z vysokohodnotných betonů pro udržitelnou výstavbu budov. In *Zborník z medzinárodnej konferencie*, 33. vedecká konferencia katedier a ústavov konštrukcií pozemných stavieb štrbské pleso 9. – 11. september 2009

3. Potenciál v architektuře

Díky svým parametrům, v řadě ohledů srovnatelných s ocelovými prvky, a současně při zachování výhod betonových konstrukcí, tj. téměř neomezená tvarová variabilita a relativně snadná (ve srovnání s ocelí) individuální prefabrikace, nabízejí tyto kompozity velmi zajímavý prostředek pro tvorbu subtilních konstrukcí obecných forem. Jako příklad komerčního výrobku lze uvést Ductal, jenž je produktem francouzské společnosti Lafarge. Společnost produkuje suché směsi distribovatelné do celého světa ke zpracovatelům. Existuje celá řada modifikací materiálu a použitých vláken, takže lze produkt přizpůsobit konkrétní aplikaci a zajistit tak ekonomický a spolehlivý výrobek.

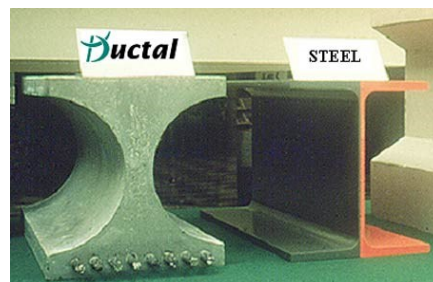
Inovativního charakteru tento produkt dosahuje zejména v oblastech jako fasáda budovy, prvky městského vybavení, nosná struktura budovy, mosty a lávky, rekonstrukce a v řadě nových aplikací.

3.1 Individuální fasádní prvky

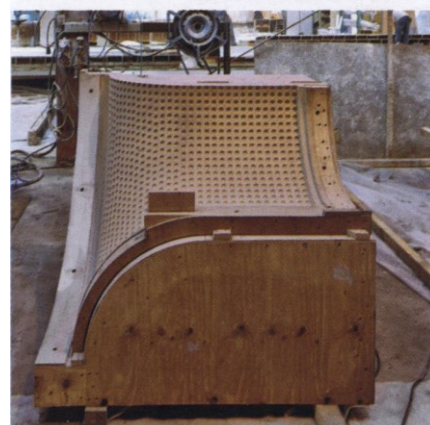
Složení materiálu umožňuje odlít velmi tenkých a odolných prvků, které mohou sloužit jako fasádní obkladové desky i bez další povrchové úpravy. Mechanické vlastnosti kompozitu předurčují jeho využití ve zcela obecně formovaných prvcích, jež nejsou limity omezeny omezeními klasického železobetonu, nebo parametry prostého betonu. Obr. 2 ilustruje přípravu fasádních prvků na administrativní budově a operačním autobusovém centru v části Thiais v Paříži, jenž je dílem místní architektonické kanceláře ECDM. Kompozit dodala společnost Lafarge a zpracování fasádních prvků proběhlo v dílnách společnosti Betsinor, Courrières. Materiál umožnil vytvořit individuální obkladové desky přecházející z okolního terénu plynulým přechodem ve stěny a dále ve střechnu.

Tato technologie tak otevírá cestu zcela individuálnímu a kreativnímu pojetí povrchových úprav budovy bez vazby na standardizovaný výrobní program a umožňující řešit i zcela obecné plochy. Další možnosti se otevírají na poli stínící techniky, fasádních mřížovin apod.

Jemná struktura materiálu umožňuje



Obr. 1: Srovnání ocelového a kompozitního profilu. Zdroj: www.ductal-lafarge.com



Obr. 2: Individuální fasádní obklad. Zdroj: *DETAIL* magazín, english edition, 2/2010

vytvořit i velmi precizní a ostré struktury a perforace, což by mohlo vést k využití jako nosiče dalšího, třeba elektrotechnického vybavení v podobě např. sítě LED diod, fotovoltaických článků apod.

3.2 Nosné konstrukce a skořepiny

Inspirativním příkladem použití tohoto materiálu je skořepinové zastřešení LTR Station v kanadském Calgary. Sérii 24 bílých cementových skořepin o rozměrech 5,1 x 6,0 m při tloušťce 18 mm navrhl architekt Enzo Vicenzino z CPV Group Architects & Engineers, Ltd. Materiál tak umožnil vznik subtilní elegantní konstrukce při zachování vysoké spolehlivosti, odolnosti a životnosti.

3.3 Nové aplikace

Jako ilustrace dalších možností tohoto kompozitu může například sloužit projekt Amphorea autorů: Mark Bearak, Dora Kelle, Adam Mercier a Phillip Anzalone, kteří vytvořili skupinu prefabrikátů sestavitelných do stěnové struktury. Projekt demonstruje potenciál materiálu v určitých odvětvích designu, interiérové a výstavnické tvorbě a zahradní architektuře.

4 Závěr

Vláknové cementové kompozity nabízí v řadě případů velmi elegantní alternativu ke tradičním postupům ve stavitelství. Nevýhodou však zůstává i přes dostupnost popisovaných materiálů nedostatek zkušeností s jejich aplikací, a do běžné architektonické praxe tak pronikají jenom velmi pozvolna.

Použitá literatura:

- FIALA, Ctislav. *Vysokohodnotný beton a jeho využití v progresivních stropních konstrukcích*. Fakulta stavební, ústav stavebních konstrukcí, Thakurova 7. 166 29 Praha 6, Česká republika. Ctislav.fiala@fsv.cvut.cz
- HÁJEK, Petr - FIALA, Ctislav - KYNČLOVÁ, Magdaléna. Konstrukce z vysokohodnotných betonů pro udržitelnou výstavbu budov. In Zborník z medzinárodnej konferencie, 33. vedecká konferencia katedier a ústavov konštrukcií pozemných stavieb štrbské pleso 9. – 11. september 2009
- *Lafarge Ductal Newsletter*, č. 1, 2004
- *DETAIL* magazín, english edition, 2/2010
- www.ductal-lafarge.com
- amphorae.wordpress.com



Obr. 3: Skořepina LTR Station. Zdroj: Lafarge Ductal Newsletter, č. 1, 2004



Obr. 4: Montáž skořepiny LTR Station. Zdroj: Lafarge Ductal Newsletter, č. 1, 2004



Obr. 5: Příklad odlitků z kompozitu Ductal. Zdroj: amphorae.wordpress.com